臺灣總督府

中央研究所農業部彙報

第百二十五號

果實蠅の生育に及ぼす低温の影響に關する研究

第七報

蜜柑小實蠅の卵及幼蟲に對する低温の致死作用

臺灣總督府中央研究所

昭和十一年十一月

本彙報は蜜柑小實蠅の卵及幼蟲に對する低温の致死作用に就て實驗したる結果を錄載せるものにして曩に彙報として數次刊行せし「果實蠅の生育に及ぼす低温の影響に關する研究」第七報として茲に之を印刷に附す。

昭和十一年十一月

臺灣總督府中央研究所農業部長

農學博士　澁谷紀三郎

臺灣總督府
中央研究所 農業部彙報 第百二十五號

果實蠅の生育に及ぼす低温の影響に關する研究

第七報

蜜柑小實蠅の卵及幼蟲に對する低温の致死作用

目次

		頁
I	緒　論	1
II	果實蠅凍殺に關する研究史	2
III	實驗方法	4
IV	實驗結果	6
V	考　察	9
VI	要　結	14
VII	文　獻	15

果實蠅の生育に及ぼす低溫の影響に關する研究

第　七　報

蜜柑小實蠅の卵及幼蟲に對する低溫の致死作用*

囑　託
理學博士　小　泉　清　明

I. 緒　　論

本島に於て各種の蔬菜及果實に寄生して大害を與ふる瓜實蠅及蜜柑小實蠅が、本島產青果の消費地たる內地滿鮮等にも棲息し得るや否やの問題解決に資する爲、之等の果實蠅の生育に及ぼす低溫の影響に關する研究結果は既に數回に亙りて報告せり。而して從來の研究は主として蔬菜の害蟲たる瓜實蠅に關するものなりしが、その後蜜柑小實蠅に就ても研究を開始し、その中臺灣に於ける自然溫度より卵及各齡期の幼蟲を −8° 乃至 +10°C の低溫に急激に接觸する時、その蛹化竝に羽化能力に如何なる障害を受くるかに就ての實驗を終了したり。

本報告に記述する研究は冒頭所述の如く蜜柑小實蠅の溫帶地棲息可能性の判定に關する綜合研究の一部なるも亦次の如き青果の冷藏移出策に對して重要なる資料となるものなり。

青果を冷藏してその食品的壽命を延長することは歐米諸國に於ては青果業の當然なる附帶事業として廣く普及せる所なり。本島に於ては未だ本法の實施を見ず、之に關する研究の如きも僅に櫻井技師[36)]の報告を擧け得るに止るは遺憾とする所なるも、冷藏設備の解決さへつけば、この實施は本島產果實の利用販賣上頗る有利なること論を俟たず。櫻井技師の研究に據るに、本島產各種果實を 2–3° C の低溫に冷藏する時は、室溫の貯藏庫に保護する場合に比し、その耐久力は小なるものも 2 倍、大なるものは 10 倍以上にも擴大するといふ。故に之に依りて本島產青果の供給期間は 2–10 倍に延長せられ、殊に不時の候內地滿鮮等に之を輸移出すれば、雙方の利する所蓋し大なるものあらん。

而して一方果實の冷藏期間中、健全果に混入して冷藏せられたる被害果中に潛在せる蜜柑小實蠅の卵及幼蟲を完全に低溫死に導き得るとせば、之に依りて輸移出は安全となり、現行植物檢查の如きも省略乃至は緩和を期待し得て一擧兩得の方法なるべし。

---

* 熱帶農學會誌　第八卷第三號別刷

外國殊に熱帶諸國にして果實を饒產し、而も果實蠅の加害を蒙むる地方に於ては、古くよりこの點に着目し、主要消費地たる歐米諸國に之を輸出する際、生產地、輸出港又は運送船に冷藏庫を設け、果實を冷藏して供給期間を延長し併せて果實蠅の傳播を防止し以て輸出を圓滑に行ひ居れり。

余は本研究の結果蜜柑小實蠅の卵及幼蟲の低溫に對する抵抗力の著しく小にして、櫻井氏に據る臺灣果實の安全冷藏限界內に於ては勿論、之より遙に短き日數を以て完全に低溫死に導き得ることを確めたり。依而果實の冷藏輸移出法の本島に於ても充分利用し得ることを知りたるを以て玆に研究結果を發表して大方の參考に資せんとす。尙余は諸外國に於ける果實冷藏に依る果實蠅凍殺の硏究を文獻に依りて詳細に調査したるを以て、この機會に紹介しおかんとす。

II. 果實蠅凍殺に關する研究史

凍殺なる文字は氷結死を意味する故、玆には不適當なる文字なるも記述の便宜上之を使用す。

1. 地中海實蠅 (*Ceratitis capitata* WIEDEMANN) に關するもの

果物を冷藏して被害果中に潜入せる地中海實蠅の殺滅を圖らんとする試みは古くより南阿及濠洲に於て行はれたり。この理由は、是等の地方は古くより地中海實蠅の傳播加害を受けたる爲、靑果の歐洲又は米國等に輸出するに當り著しき障害となりたる爲、生產地又は輸送船の冷藏庫に果實を冷藏して被害果中の卵又は幼蟲の凍殺を期し得られざるかを知る爲なり。記錄に據るにこの目的を以て果實蠅凍殺の最初の實驗を爲したるは 1906 年南阿 Natal に於ける FULLER[12] の如し。氏は地中海實蠅幼蟲の潜在せる Peach を 40° F の冷藏庫に入庫して、之れを殺すには 124 日の長時日を要することを知り、冷藏法を以て植物檢査に變更することの危險なることを報告せり。FULLER のこの結果は後述諸氏の研究結果より見るに甚しき疑問の點を有し一顧の價値なきが如し。翌年 LOUNSBURY[30] は Cape of Good Hope に於てこの幼蟲は 38–40° F に對しては 1 週間にては效なく、2 週間にては大半死滅するも、完全なる效果を期するには 3 週間を要することを報じたるが、翌年[31] の報告に於ては Peach 中の幼蟲は同溫度に於て 21–27 日を要すと訂正し、この方法を南阿より北半球諸國並に米國向け靑果の輸送船に適用して充分目的を達し得と述べたり。又濠洲に於ては時を同じうして HOOPER[16] がこの研究を行ひ、卵と幼蟲は 33–35° F に 15 日以上は生命を持續し得ざることを確め實用化するには果實の 3 週間冷藏を行へば充分なりと述べたり。その後約 10 年を經て NEWMAN[33] は同じく Western Australia 州に於て蛹に關する研究を行ひ、蛹化直後の蛹を冷藏して 32° 及 36° F の兩溫度に 34 日後、45 及 55° F に70 日の後出庫して何れも羽化し得ざることを確めたり。

この頃地中海實蠅に就て可なり組織的研究を行ひたるはハワイに於ける BACK & PEMBERTON[5 & 6] なり。ハワイに於て本果實蠅の最初に發見せられたるは 1910 年にして、その被害激甚を極めたる爲、米國農業省は之が本國への傳播を恐れ、1912 年九月十八日植物檢査規則國內法第 2 號を發布して (本法は 1914 年三月瓜實蠅に關する規則と合併して國內法第 13 號となれり)、ハワイよりの加害對照となる果實及蔬菜の輸入を禁止せり (WEBER[38] 參照)。又本國よりは多數の學者をハワイに派して種々の對策研究を行はしめたるが、BACK & PEMBERTON は南阿及濠洲に於ける前述の方法がハワイに於ても應用し得るや否やを知る爲に、1916年[5] Apple, Peach, Kamani nut 等の被害果を冷藏して寄生せる卵及幼蟲 (3 齡) の耐寒性を檢し、卵及幼蟲は 40–45° F には 7 週間、33–40° F には 3 週間、32–33° F には 2 週間以上は生存し得ざることを確めたり。次で[6] 蛹に關する研究を行ひ 40–45° F 31–34 日、38–40° F 19 日、33–36° F 17 日、28–40° F 10日、32° F 10日の生存限界日數を得たり。

その後南阿に於ては英本國向け輸出船に於ける冷藏消毒施行濟の青果中に屡々生存幼蟲を本國に於て摘發せられたる爲（この冷藏船の溫度は最低 37°, 最高は種々に變化す）、農業省昆蟲部に於て MALLY[3] が再試驗を行ひたり。卽ち被害 Peach を木屑 (Woodwool) に包みて輸出用の荷造りを行ひ、之を 25–44° F (平均 33.97° F) の冷藏庫に入れ 4 週及 6 週後出庫して幼蟲の多數生存しをる事を發見し、ハワイに於ける 3 週間の結果とは甚しく相違することより、冷藏法の幼蟲に對する致死作用は溫度の低さよりも寧ろその急激なる變化に原因すと推論し、冷藏輸出にあたりては荷造りの點を注意せざるべからずと述べたり。又濠洲 New South Wales 州に於ては GURNEY[13] が Orange, Apple, Peach, Pear, Nectarine 等の被害果を冷藏し、ハワイに於けるが如く 35° F にて 20 日を以て幼蟲を全部斃死せしめ得ることを確め、後[14] 幼蟲を 34–35° F と通常の室溫に 3 日おきに交互に接觸せしめたるが、低溫に繼續して接觸するよりも效果は小なることを知れり。Tasmania 島に於ては Apple の 37–37.5° F の 1 週間冷藏のものに就き幼蟲の生死を檢したるがこの日數にては死滅せざることを報告せり。[34]

次に Spain に於ても本研究は眞劍に行はれたり。この理由は次の如し (LEONARD[29] 參照)。1923 年米國 Boston と New York 港に到着したる Spain 產 Almeria grape が地中海實蠅に侵され居ること立會の植物檢査官に依りて發見せられたり。從來 Spain に於ては葡萄は本實蠅の寄主とならず、從つて米國には每年多量 (Spain 全產額の $\frac{1}{3}$) をクリスマス用果物として輸出し居りたるも、この爲外國の地中海實蠅侵入防止の爲に制定せられたる規則外國法第 56 號を以て完全に輸入を禁止せられたり。Spain に於ては狼狽して種々の對策を講じたるが、1926 年 BERRO[7] が他國の例に倣ひ冷藏法の研究を行ひたり。氏は Spain より大西洋を越えて米國に輸送船が到着するには平均 14 日を要するを以て、この期間中に卵及幼蟲の殺滅を期す溫度を求めたる結果、平均 −1.5° C (29.3° F) 最高 0° C (32° F) を超えざる溫度にて被害果を Cork-dust に包み、輸出用に荷造りして充分目的を達し得ることを確めたり。尙氏は蛹を試驗管內の砂に埋沒し、平均 2.1° C (35.78° F) 最高 3.5°C (38.3° F) を超えざる溫度にて同樣目的を達しうることを知りたり。

1926 年 WILLARD[39] は地中海實蠅と環境との關係の論文中にハワイに於ては、紙で包み Excelsior (木屑) を充塡して荷造りしたる被害果を 32–33° F の冷藏庫に入庫する時は、18 日にて殆ど全部凍殺せらるゝことを見、之を前述 MALLY の南阿に於ける被害果の同樣處理の幼蟲が 6 週間後も殆ど同一溫度 (33.97° F) にて生存する結果と比較し、南阿の如く氣候變化の激しき地方に於ては、ハワイの如く周年同一氣候の地に於けるものより、溫度變化に對して抵抗力強き種類を生ずるものならんと推定せり。然るに最近南阿に於ける PETTY & GRIFFITHS[35] の追試驗の結果を見るに、Grape, Pear, Stonefruit 等を MALLY と同樣輸出向き荷造りを爲して冷藏する時は 28–34° F にて 3 週間にて完全に消毒の目的を達し居るを以てハワイに於ける結果と大差なし。思ふに MALLY の結果は荷造りの程度に大差あるか、又は使用冷藏庫の溫度が平均 33.97° F と云ふも實は 25–44° F の間を彷徨する變動溫度の爲に斯かる大差ある結果を齎したるものならんか。

次に米本國に於ては 1929 年 Florida 州に地中海實蠅の侵入せし時（この顚末に就ては小泉[27] 參照）被害果の加熱消毒と共に冷藏法をも攻究したる結果、果實を 30–31° F に冷藏して中心溫度が該溫度に一致してより 15 日の後出庫すれば卵及幼蟲を完全に凍殺し得ることを認め、植物檢査局訓令[1 & 2] としてこの方法をフロリダ果實の他州移出許可の條件となしたり。尙 1934 年四月十九日米國はこの方法をスペイン葡萄にも適用し、米國の輸入港 (Boston & New York) に於て植物檢査官吏監督の下に冷藏法を行ふことを條件としてその輸入禁止を解除せり (SASSCER[37] 參照)。

ハワイに於ては最近 MASON & MCBRIDE[32] が研究を行ひ、種々の被害果を冷藏して卵及幼蟲を殺すには 29–31° F にて 8–11 日にて充分なることを報告せり。

以上南阿、濠洲、スペイン、ハワイ、米國等の諸地方に於て施行せられたる地中海實蠅の凍殺試驗結果を通覽するに、各試驗每に多少結果の相違はあるも、FULLER, MALLY 等の特別なる結果を例外とすれば各試驗の結果は大體に於て相一致し之を次の如く結論し得べし。卽ち被害果を冷藏して果中の卵及幼蟲を、

完全に殺すに要する日數は、供試果の荷造り又は裸出の如何に拘らず、29–31° F (−1.67——0.56° C) の範圍に於ては 10–15 日 (BERRO, 米國植物檢査所、MASON & McBRIDE). 32–35° F (0–1.67° C) の範圍に於ては 15–20 日 (HOOPER, BACK & PEMBERTON, GURNEY, WILLARD, PETTY & GRIFFITHS), 35–40° F (1.67–4.44° C) にては 21–28 日 (LOUNSBURRY, BACK & PEMBERTON), 40–45° F (4.44–7.22° C) にては約 50 日間 (BACK & PEMBERTON) を必要とす。又蛹に於ては NEWMAN の結果は限界を決定する爲に行ひたるものに非ざれば之を除外し、BACK & PEMBERTON 及 BERRO の結果を採用するに、32–40° F (0–4.44° C) の範圍で 10–20 日、40–45° F (4.44–7.22° C) の範圍にて 30–35 日を要すものと看做し得べし。

2. 林檎實蠅 (*Rhagoletis pomonella* WALSH) に關するもの

米國に於ては同國産林檎が林檎實蠅に加害され歐洲向け輸出の障害となる爲、地中海實蠅の例に倣ひて往時より低温に依る驅除法の研究行はれたり。1889 年 HARVEY[15] は林檎を冷藏する時は、林檎實蠅幼蟲の發育は著しく減退するを以て、實蠅に因る腐敗進行の防止には冷藏を奬勵すべしと爲し、ILLINGWORTH[17] は氷庫に被害果を冷藏しても幼蟲は 3 週間にては斃死せざることを記載したるが、この問題に對し最も詳細の研究を行ひたるは紐育州農事試驗場の CHAPMAN[8,9,10] にして、氏は普通の商業用冷藏庫の温度 31–33° F に於てこの卵及幼蟲の完全なる凍殺を期すには 35 日を要することを發見せり。New Hampshire 農試[4] はこの結果を追試して正確なることを確めたり。この結果を見るに、本種は地中海實蠅に比して著しく低温に強きことを知る。この原因は恐らく地中海實蠅が熱帶性なるに比し温帶地に棲息する爲なるべし。

3. メキシコ實蠅 (*Anastrepha ludens* LOEW) に關するもの

本種に關しては米國よりメキシコに派遣せられたる DARBY & KAPP[11] の研究あり。氏等に據るに幼蟲及蛹を殺すには 4.2° C にて 10 日、9.7° C にて 40 日、成蟲は 3–6° C にて 15 日以上を要すと。この結果より見るに本種は前述の兩種に比し耐寒性著しく小なるが如く見ゆるも、本研究は試蟲を小なるペトリ皿に入れ果物の切片又は綿等で包みて行ひたるものにして他の研究の如く被害果に潜入せるまゝの狀態にて試驗したるものに非ざれば正確なる比較は不可能なり。

4. クイーンスランド實蠅 (*Chaetodacus tryoni* FROGGATT) に關するもの

濠洲 Queensland に於ける JARVIS[18] の研究に據れば、被害果を 33–34° F に冷藏する時は 3 週間にて卵及幼蟲を完全に凍殺し得と。

5. 西印度實蠅 (*Anastrepha fraterculus* WIEDEMANN) に關するもの

南米 Peru に於て WILLE[40] は南米全土に害を逞しうする本種に就て、被害果を −1.6–0° C の冷藏庫に入れて試驗し、卵 4 日、幼蟲 7 日、蛹 8 日、成蟲 3 日にて凍殺の目的を達し、一方 Mango, Apple, Pear 等の果物はこの温度にて何等害なく、米國等にて行はるゝ 15 日間冷藏は充分本果實に對しても有效なることを報告せり。

III. 實驗方法

本報告に於て施行せる研究の方法は總べて本研究第一報[1] 及第四報[22] 等に於て、瓜實蠅の卵竝に幼蟲に就て行ひたる方法と異ることなきも、便宜上主要點のみを次に記述す。

1. 接觸低温は總べて恒温にして、東京千野製作所製恒温空氣低温器を使用せり。その温度は −8° C より +10° C 迄の各温度なり。尚蜜柑小實蠅は卵及幼蟲共 11° C 以上の温度に於ては發育して蛹化竝に羽化し得るを以て 11° 以上に於ける實驗は行はず (小泉[24] 參照)。

2. 供試卵は果物に產卵したるものをそのまゝ、幼蟲は原則としてこの卵より孵化して果肉内に喰入せるものをそのまゝの狀態に於て、之を高さ 17 cm. 直徑 8 cm. のガラス製圓筒に入れて低溫に接觸せり。この場合の被害果は總べて從前通り成蟲飼育箱中に果物を入れて產卵せしめたるものにして、平素よりの經驗上產卵は各顆全部に充分行はれたるものなり。三齡幼蟲の試驗は上記と異り被害果より一定數の幼蟲を取出し別の健全果に埋沒せしめて供試せり。卵及幼蟲を包藏して低溫接觸に供したる果物は各季節に入手し得る種類を以てせり。卽ち五—六月の候は夏橙、李、蕃石榴、七—八月は檬果、九月より翌年四月に至る間は文旦、朱欒、椪柑、雪柑、桶柑等の柑橘類にして、何れも果實全體（切片にすることなく）を 1 回の試驗に供用せり。但文旦、朱欒の如き大形果はほゞ椪柑大の切片として供試せり。

3. 低溫接觸に因る試蟲の生死の判定は、冷藏庫より出庫後蛹化又は羽化し得る能力を以てせり。

4. 先に研究せる瓜實蠅の結果に據れば、果實蠅の耐寒性には季節に因りて多少の相違ありしを以て、今回も之と同樣に一年を高溫期、平溫期及低溫期の 3 季節に區分し、各季節每に同一實驗を反覆せり。玆に高溫期と稱するは每日の平均氣溫が大約 25–30° の範圍にして大體六—九月の候に相當し、平溫期は 20–25° にて四、五、九、十月、低溫期は 15–20° にして十一

第 1 表　臺北に於ける氣溫

月	昭和九年			昭和十年			昭和十一年		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
一				15.0	20.4	8.7	14.4	18.6	8.0
二				16.2	20.0	7.7	14.6	19.6	7.5
三				18.4	24.4	13.4	15.1	21.2	7.5
四				20.9	25.7	14.1	20.6	25.4	12.9
五				24.8	28.6	19.2	23.6	26.6	19.4
六	27.0	29.1	23.0	26.7	29.1	21.9			
七	27.9	29.1	25.2	28.3	30.6	26.7			
八	28.8	30.2	27.0	28.0	29.2	26.3			
九	27.7	30.4	22.4	25.3	28.8	21.0			
十	22.5	28.6	16.8	25.0	28.4	20.2			
十一	20.0	23.8	14.9	21.2	24.4	17.1			
十二	18.4	23.1	9.7	16.4	21.2	11.3			

備考：平均は每日の平均溫度を月に對して平均したる數字にして、最高は 1 日の平均溫度が最高なりし日の溫度、最低は之が最低なりし日の溫度なり。

月より翌春三月に及ぶ季節なり。之等の各季節に於て供試蟲を當該季節の自然溫度より急激に目的冷藏庫に收容し、一定期間の後出庫同じく自然溫度に保護して蛹化及羽化したる數を調査せり。但低溫期に於ては蜜柑小實蠅は自然氣溫に於ては殆ど產卵を行はず、從つて供試材料を得られざる爲、25° 內外の恒溫室に於て產卵を行はしめ、之より得たる卵及幼蟲を以て試驗材料と爲したるも、低溫接觸前には必ず 2—3 日天然氣溫に暴露し、又接觸後は自然氣溫にては蛹化竝に羽化著しく困難なる爲之を 25° 內外に保護せり。從つて筆者の行ひたる低溫期の試驗は眞の低溫期に於けるものと多少結果を異にする所あるべきも、臺北に於ては試驗材料を得られざる爲止むを得ざるに出でたるものなり。次に臺北觀測所發表にかゝる本研究施行期間の臺北に於ける氣溫表を掲げて、低溫接觸前後の氣溫の狀態を知ることゝす（第 1 表）。

IV. 實 驗 結 果

卵及幼蟲の低溫に對する抵抗力の判定は、之等の時期に於ける試蟲を一定時間低溫に接觸せしめたる場合、之等が發育して蛹化し更に羽化する能力を以てせり。蛹化又は羽化能力の鑑定は蛹化率又は羽化率卽ち供試頭數に對する蛹化又は羽化する頭數の割合を知る方法と、100% 致死率を齎す最小低溫接觸時間を決定する方法とあり。從來瓜實蠅に就てはこの兩者を報告し置きたるも、今回の實驗に於ては第三齡期幼蟲以外は供試頭數を數へることなく被害果中に含有せられたるまゝの狀態に於て低溫接觸を行ひたる爲蛹化率竝に羽化率は三齡期幼蟲以外は求められざりき。然れども本研究の目的たる溫帶地棲息可能性の判定竝に冷藏に依る果實蠅驅除法に對しては、何れも供試蟲を 1 頭も餘すことなく全部完全に致死せしむることを必要とするものなれば、區々たる蛹化率又は羽化率はこの目的の爲には大なる意味を有せず、重要なるは供試蟲を完全に殺すには少くとも某溫度に何時間接觸するを要するかの問題なり。依而本報に於てはこの時間のみを取扱ふことゝす（第三齡及若干の第二齡幼蟲の各種接觸時間に於ける蛹化率及羽化率に關する成績は瓜實蠅の場合と同樣に低溫接觸に因りて著しくその率を減少す）。

各溫度に對する接觸時間は多少變更を加へたることあれども大體第 2 表の如く行ひ、蛹化又は羽化の限界時間が表の時間より大なりし場合は更に接觸時間を同一間隔を以て延長しその限界を追求せり。又實驗結果が豫期に反して甚しく不正確と思はれたる場合は同一實驗を 3 回以上繰返し最正確と考へられたる結果を採用せり。

第 3 表及第 4 表にこの結果を表示す。

第 2 表　各温度に於ける接觸時間一覽表

温度	單位	接			觸			時		間	
−8	時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
−7	〃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
−6	〃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
−5	〃	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
−4	〃	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
−3	〃	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
−2	〃	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
−1	〃	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
0	日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	〃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	〃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	〃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	〃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	〃	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
6	〃	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
7	〃	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
8	〃	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
9	〃	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
10	〃	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

第 3 表　供試蟲全部の蛹化能力を奪ふに要する最少低温接觸時間

温度	單位	卵			第一齢幼蟲			第二齢幼蟲			第三齢幼蟲		
		高温期	平温期	低温期	高温期	平温期	低温期	高温期	平温期	低温期	高温期	平温期	低温期
−8	時間	5	10	9	4	10	9	4	8	6	4	10	10
−7	〃	8	9	8	7	7	9	7	8	7	8	9	9
−6	〃	10	9	10	9	8	10	7	5	10	8	11	12
−5	〃	8	8	20	8	10	22	8	8	16	8	10	14
−4	〃	18	24	36	12	18	60	18	18	30	12	24	54
−3	〃	18	24	36	18	24	30	18	24	36	18	24	54
−2	〃	30	42	36	24	48	30	30	36	48	30	48	66
−1	〃	48	72	72	48	72	96	60	72	60	36	72	72
0	日	3	5	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5
1	〃	6	5	5	7	7	5	5	6	5	4	5	5
2	〃	5	3	6	6	6	5	4	6	7	6	7	6
3	〃	5	4	8	5	6	7	5	4	8	8	5	5
4	〃	4	6	7	7	6	8	5	6	6	7	14	7
5	〃	6	8	12	8	8	18	8	10	12	14	6	8
6	〃	12	6	18	12	12	12	10	12	14	14	10	14
7	〃	8	12	24	16	16	12	20	32	16	12	32	12
8	〃	20	25	30	40	20	25	30	30	33	45	25	30
9	〃	25	30	25	20	60	25	30	80	25	35	40	50
10	〃	30	50	40	30	80	40	30	100	40	30	50	80

第 4 表

供試蟲全部の羽化能力を奪ふに要する最少低溫接觸時間

溫度	單位	卵			第一齢幼蟲			第二齢幼蟲			第三齢幼蟲		
		高溫期	平溫期	低溫期	高溫期	平溫期	低溫期	高溫期	平溫期	低溫期	高溫期	平溫期	低溫期
−8	時間	5	9	8	4	10	9	4	7	6	3	8	7
−7	〃	7	9	8	6	7	9	6	7	7	6	7	9
−6	〃	9	7	10	6	7	9	7	5	10	7	9	9
−5	〃	8	8	20	6	10	22	6	8	16	6	8	14
−4	〃	12	18	36	12	18	60	12	18	24	12	12	36
−3	〃	18	24	36	18	18	30	18	24	36	18	24	42
−2	〃	24	42	36	24	42	24	24	36	36	30	48	54
−1	〃	48	72	72	48	60	96	36	72	48	36	60	48
0	日	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5
1	〃	5	5	5	5	7	5	4	6	4	4	4	4
2	〃	5	3	6	5	6	4	4	5	5	4	3	4
3	〃	4	4	7	5	6	7	4	4	5	6	4	4
4	〃	4	6	6	5	6	5	5	6	5	4	6	6
5	〃	6	8	12	8	8	12	6	10	10	10	6	8
6	〃	8	6	10	10	12	12	10	12	10	12	10	12
7	〃	8	12	16	12	12	12	16	12	12	12	12	12
8	〃	10	25	30	20	20	25	25	25	35	25	25	20
9	〃	20	30	25	20	40	25	30	40	25	30	40	40
10	〃	30	50	40	30	40	40	30	40	40	30	40	40

蜜柑小實蠅の卵及各齢の幼蟲は 11° 又は 11° 以上の溫度に於ては發育を持續して蛹期及成蟲期に到達し得るも（小泉[24] 參照）、10° 及 10° 以下の溫度に於ては何れも發育能力を失墜して斃死するに至る。卽ち 10° 以下の溫度に卵又は幼蟲を接觸せしむれば、發育の時期並に低溫接觸の季節に因りて相違あるも、夫々一定時間の接觸に因りて蛹化並に羽化するものは皆無なり。今高、平、低溫期の各季節並に卵、幼蟲の各發育時期を通じ完全に之等の蛹化及羽化能力を亡失せしむる最少時間のうち、最短時間と最長時間を表より摘錄すれば第 5 表の如し。表に見る如く蛹化及羽化を完全に防止する接觸時間は發育の時期並に低溫接觸季節に依りて大なる隔差あり。然れども果實內の卵及幼蟲が如何なる發育過程にあるも、又一年中の如何なる季節に於て果實を冷藏するも完全に凍殺の目的を達するに要する接觸時間は第 5 表中の右端の數字を採用すれば可なり。例へば冷藏溫度が −6° 乃至 −8° なる時は 10 時間以內、−5° 乃至 −1° にては 4 日以內、0° 乃至 4° にては 7 日以內、5° 乃至 7° にては 16 日以內、8° 乃至 10° にては 50 日以內の如し。

第 5 表　蛹化及羽化能力を奪ふに要する最小接觸時間の範圍

温度	單位	蛹化	羽化	温度	單位	蛹化	羽化
−8	時間	4—10	3—10	2	日	3—7	3—6
−7	〃	7—9	6—9	3	〃	4—8	4—7
−6	〃	5—11	5—10	4	〃	4—14	4—6
−5	〃	8—22	6—22	5	〃	6—18	6—12
−4	〃	12—60	12—60	6	〃	6—18	6—12
−3	〃	10—54	18—42	7	〃	8—32	8—16
−2	〃	24—66	24—54	8	〃	20—45	10—35
−1	〃	36—96	36—96	9	〃	20—80	20—40
0	日	3-5	3—5	10	〃	30—100	30—50
1	〃	4—7	4—7				

V. 考　　察

果實蠅の温帶地棲息可不可の問題に關する綜合的考察は本研究の全部終了後ならざれば行ふことを得ざるを以て、玆には本報告所載の研究に關する範圍内に於て二、三の問題を考究すべし。

1. 發育時期に因る耐寒性の比較

卵及各齡の幼蟲の中低温に對して何れの時期が最も强き乎？ 第 3 表及第 4 表を通覽するに數字は區々として明瞭なる區別を把握し得ず。依つて比較の一法として −8° より −1° に至る各温度の羽化を制限する最小時間と、0° 以上 10° に至る各温度の最小時間とを夫々總計し、その數字の大小を以て之を行はんとす。勿論合計の値大なる程耐寒性强く小なる程弱きものとす。この値を第 6 表に示す。

第 6 表　各接觸温度に於ける羽化制限に要する最小時間の和

温度	卵			第一齡幼蟲			第二齡幼蟲			第三齡幼蟲		
	高	平	低	高	平	低	高	平	低	高	平	低
−8°—−1°	131	189	226	124	172	259	113	177	183	118	176	219
0°—10°	103	153	161	123	160	150	137	163	155	140	154	155

備考：高＝高温期、平＝平温期、低＝低温期、單位は上欄は時間、下欄は日數なり。

—8° より —1° まで卽ち氷點以下の温度の最小時間の總和を各温度季節毎に比較するに、卵は各季節共殆ど例外なく幼蟲よりその値大なり。次に一齡幼蟲位し、二齡及三齡間には顯著なる相違なきも、三齡の方稍々強きが如し。0° 以上 10° 迄の温度の合計に於ては確然たる傾向を認めず。卽ち高温期は三齡幼蟲最も強く卵最も弱く、平温期は二齡最も強く卵最も弱く、低温期に於ては卵最も強く一齡最も弱し。然れども 0° 以下の如く卵は幼蟲期より強しとは云へず寧ろ弱しと考へらる。筆者は曩に瓜實蠅に於ても（小泉[19&22]及本報告第 7 表參照）卵は 0° 以下に於ては常に幼蟲より強く、0° 以上に於ては弱きことを見出したり。これは恐らく 0° 以下と以上の温度に依り低温死の機構を異にすることに原因すべく、余は既にこの關係を瓜實蠅に就て考究したることあり（小泉[26]）。

2. 低温接觸季節に因る耐寒性の差異

低温に接觸する季節に因り蜜柑小實蠅の耐寒性に明瞭に差異あり。第 6 表より之は卵幼蟲共低温期最大にして、平温期之に次ぎ、高温期は最小なるを知る。この結果より本果實蠅も瓜實蠅と同樣低温に徐々に接觸する時は抵抗力の增大することを推定し得。尙又この結果に依り果實の冷凍驅除を行ふ際にはこの關係を念頭に置き、冬、春秋、夏等に依りて冷藏期間を適當に考慮するの必要を生ず。

3. 瓜實蠅竝に他の果實蠅との耐寒性の比較

卵及幼蟲に於て瓜實蠅と蜜柑小實蠅は何れが低温に弱き乎？ 曩に發表したる瓜實蠅の卵及幼蟲の羽化を不可能ならしむる最小接觸時間[19,20,21]を再錄して比較に供す。

第 7 表　瓜實蠅と蜜柑小實蠅の耐寒性の比較

温度	單位	卵		第一齡幼蟲		第二齡幼蟲		第三齡幼蟲					
		高温期		高温期		高温期		高温期		平温期		低温期	
		瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜
—7	時間							2	6	3	7	3	9
—6	〃	48	9	14	6	10	7	3	7	4	9	4.5	9
—5	〃							3	6	7	8	7	14
—4	〃							8	12	8	12	10	36
—3	〃	36	18	36	18	30	18	22	18	20	24	24	42
—2	〃							40	30	44	48	56	54
—1	〃							88	36	84	60	96	48

温度	單位	卵		第一齡幼蟲		第二齡幼蟲		第三齡幼蟲					
		高温期		高温期		高温期		高温期		平温期		低温期	
		瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜	瓜	蜜
0	日	2	3	3.5	3	2.5	3	4	3	5	4	6	5
1	〃							6	4	4	4	7	4
2	〃							6	4	7	3	10	4
3	〃	5	4	9	5	9	4	6	6	8	4	7	4
4	〃							8	4	10	6	16	6
5	〃							12	10	14	6	16	8
6	〃	10	8	14	10	14	10	12	12	8	10	18	12
7	〃							12	12	14	12	14	12
8	〃							50	25	35	25	45	20
9	〃	45	20	50	20	50	30	60	30	50	40	80	40
10	〃							100	30	100	40	持續	40
11	〃							70	持續	持續	持續	90	持續

備考: 表中瓜は瓜實蠅、蜜は蜜柑小實蠅、持續はこの溫度にて發育を持續することを意味す。

卵、第一及第二齡幼蟲に於ては高溫期は殆ど總ての場合瓜實蠅の方蜜柑小實蠅より低溫に强し。第三齡幼蟲に於ても 0° 以上に於ては之と同樣の關係にあり。0° 以下に於ては結果は逆となり居るも之は著者の實驗法の差異に基くものにして本質的のものに非ず。卽ち 0° 以下の瓜實蠅の結果[20]は低溫接觸前幼蟲を潛入せしむるべき胡瓜又は絲瓜を豫め目的低溫に一致せしめおき之に幼蟲を附して實驗したるものにして、蜜柑小實蠅、瓜實蠅の卵及幼蟲の第一及第二齡期のものは常溫の果物中に試蟲を入れ然る後低溫に暴露したるものなれば、前者の凍死時間は後者の夫れより著しく短きは論を俟たざる所なり。之を要するに蜜柑小實蠅は確に瓜實蠅よりは低溫に弱しと稱することを得。

次に本島產實蠅と外國產實蠅の耐寒性を比較すべし。勿論この比較は卵及幼蟲に關してなり。外國に於て多數の學者の實驗せる種々の果實蠅の冷藏消毒に關する論文中には余の入手し得ざるものあり、斯かるものは他人の論述中又は "Review of Applied Entomology, Series A" に紹介せられたる記事を調查したるものなれば實驗方法の詳細を知る能はざるもの多し。又原文を閱讀し得たるもの多しと雖も、各人の取りたる實驗方法は甚しく區々たり。卽ち卵又は幼蟲の潛入せる被害果をそのまゝ供試したるもの、果物の小切片に試蟲を添附して實驗せるもの、被害果を木屑紙屑等にて充塡箱詰にせるもの、裸出のまゝ冷藏せるもの、又冷藏溫度の正確なるもの、變動度大なるもの、冷藏效果の象徵として出庫後に於ける蛹化又は羽化能力を檢した

るもの、出庫後直ちに被害果を解剖して生死を見たるもの、更に供試被害果の種類、低温接觸季節等種々の條件が同一ならざる爲正確なる比較は不可能なり。然し斯の如き實驗條件の差異が試蟲の本質的耐寒性の差を完全に不明にするものとは考へられざるを以て、大體の差異は知ることを得べし。

今如上實驗條件の差異を顧慮せず、外國産果實蠅の凍殺所要日數を表示すれば次の如し(研究史の項參照)。

第 8 表　外國産果實蠅凍殺所要日數

種　　類	温度範圍	致死日數
地中海實蠅	−1.67—−0.56	10—15
	0—1.67	15—20
	1.67—4.44	21—28
	4.44—7.22	50
林檎實蠅	−0.56—0.56	35
メキシコ實蠅	4.2	10
	9.7	40
クイーンスランド實蠅	0.56—1.11	21
西印度實蠅	−1.6—0	4—7

この表の數字を第 7 表の瓜實蠅及蜜柑小實蠅に比較すれば、外國産實蠅は凍殺所要日數は本島産に比して著しく大なり。たゞ西印度實蠅のみ近似せる値を示す。故に本島産實蠅は著しく低温に弱しと稱することを得んも、外國産の實蠅は多く凍殺に對する所要日數を可なり餘裕をとりて一換言すれば "Safety margin" の日數を示せるもの多き故、實際には耐寒性の差はさして大なるものに非ざるべし。

4. 臺灣産果實の冷藏輸移出策に對する考察

既述の如く外國に於ては果實蠅傳播防止の目的を以て、青果の冷藏輸出法の研究は眞劍に進められ、その結果の實施せられつゝあるもの多し。本島に於ては未だ大規模の冷藏設備に見るべきもの少く、又經濟上の點よりも本法の實施は現在の所殆ど顧みられざる狀態にあり。然し本邦に於ける冷凍工業は最近著しく發達し、技術の進步により設備維持費は漸次低廉となり將來冷藏庫設置は年と共に普及する機運にあり。又一方島內に於ける果實野菜等の栽培は當局の熱心なる研究奬勵によりその産額は是亦漸次增大の傾向にあり。從つて將來果實野菜の低温貯藏は必然的に問題化する時期ありと信ず。

櫻井技師[36]の研究に據るに臺灣産果實を 2–3°C に冷藏する時は、その貯藏可能限界日數は著しく擴大され、平均夏橙は 4 倍、グレープフルートは 3 倍、オレンヂ類は 2 倍、椪柑桶柑類は 1.5–2 倍に及び、室温貯藏の最大缺陷たる萎凋目減りを著しく減少し、果汁減少、酸減少、固形物增加等の品質低下を防止し、且出庫後の室温貯藏にも長く耐ゆるといふ。その他檬果、蓮霧、蕃桃、蕃石榴、五斂子、カリツサ、牛心梨、龍眼、茘枝、サポヂラ等の貯藏及輸送能力の弱き熱帶果實も 5–10 倍に貯藏力は增加せらる。次表は參考の爲櫻井技師實驗による本島産果物の平均冷藏日數を表示したるものなり。

第 9 表　臺灣產果物平均冷藏日數（溫度 2–3°C. 濕度 94–96%）櫻井氏に據る

種類	冷藏開始期	平均冷藏日數(日)	種類	冷藏開始期	平均冷藏日數(日)
雪柑	一月上旬	108	葡萄	六月下旬	111
椪柑	二月上旬	85	荔枝	〃	22
桶柑	二月中旬	108	檬果	七月上旬	74
グレープフルート	二月下旬	108	蓮霧	七月中旬	32
朱欒	〃	92	ツリートマトー	八月上旬	91
夏橙	三月中旬	121	龍眼	八月中旬	58
枇杷	四月上旬	62	梨	〃	110
西瓜	四月中旬	40	鳳梨	〃	33
李	五月中旬	77	蕃石榴	九月上旬	39
楊桃	〃	27	五斂子	〃	37
牛心梨	五月下旬	12	大長實果物時計	九月下旬	32
サポジラ	〃	51	柿	十月上旬	93
果物時計	〃	38	木瓜	年中	36
蒲桃	六月中旬	30	カリッサ	〃	22
桃	〃	88	芭蕉	〃	7

上表の果實は芭蕉、鳳梨、木瓜を除けば全部內地移出を禁ぜられるものにして、たゞ柑橘のみ嚴格なる植物檢查を經て許可せられつゝあり。この原因は何れも蜜柑小實蠅の被害の爲めなり。故に果實の冷藏期間中にこの害蟲を完全に凍殺して傳播の危險をなくする時は移出禁止竝に植物檢查も多少變更を加へ得べし。然らば櫻井氏の發見したる果物冷藏期間內に於て蜜柑小實蠅の卵及幼蟲を凍殺し得るか？第 5 表に據るに 2–3°C に於ては卵及幼蟲の蛹化能力を奪ふには一年中の如何なる季節に於ても 7–8 日、羽化を不能ならしむるには 6–7 日にて充分なり。卽ち約 1 週間の冷藏にて足るを以て如何なる果物の冷藏限界時間よりも著しく短き日數なり。若し又冷藏溫度が −1 乃至 +1° の範圍を變動する時は蛹化羽化共 4–7 日、4–6° の時は蛹化は 14–18 日、羽化は 6–12 日にて不能となる。是等の日數も勿論果物冷藏限界より著しく短き日數と想像せらる。故に商業用冷藏庫に普通見らるゝ −1° 乃至 +6° 內外の溫度に於ては上記の目的は一見充分に達成せらるゝが如く見ゆるも、注意すべき事項として入庫果物の冷却時間の問題を考慮に入れざるべからず。余が本實驗に依りて得たる卵及幼蟲の凍殺日數は被害果として約椪柑大のものを標準として使用し、之を裸出のまゝガラス圓筒に收め、之を低溫に接觸せしめて得たるものなり。この場合被害果の中心が冷藏庫の溫度に一致するには −1–5° に

於て約 6–7 時間を要す（小泉、柴田[28]）。若し文旦、朱欒の如き大形果を冷藏する時はその冷却時間は 20–30 時間に及び、又冷藏庫の一室に一時に多量の果物を入庫する時、更に輸出用として果物を紙で包み木屑を充塡し箱詰等として入庫するが如き場合は、果實全體卽ち各果實の中心溫度が冷藏庫溫度に一致するには著しく長時間を要すべし。故にこの果實全體の冷却所要時間は常に余の得たる凍殺所要日數に加算せざれば完全なる效果は期待し難し。米國等に於て實施中の果實蠅冷藏消毒はこの關係を考慮し、入庫果實全體の溫度が冷藏目的溫度に一致してより何日間の冷藏を要すと明記し、冷藏期間中植物檢査官は入庫果物の溫度を測定して冷却時間を考慮し居れり。余は上の如き種々なる場合に就て所要冷却時間を測定し居らざる爲勿論斷定することを得ざるも、少くとも上記日數の 2 倍の日數を冷藏すれば、大形果と雖も之を裸出して（荷造りすることなしに）一時に多量の冷藏を行ふも充分目的を達しうるものに非ずやと信ず。勿論之を 3 倍にする時は更に安全なり。斯の如く冷藏日數を 2 倍乃至 3 倍するも果物の冷藏限界日數よりは甚しく短き日數なり。

以上の結果に依り余は臺灣產果物を冷藏して供給期間を延長し、併せて果實蠅の凍殺を期し移輸出を安全ならしむる方法を是非本島に於ても採用せられんことを提唱するものなり。

VI. 要　　結

本島產蜜柑小實蠅が內地滿鮮等の溫帶地に棲息し得るや否やを判定する爲と、被害果實を冷藏して本害蟲の凍殺を行ひ得るや否やの問題を解決する爲、卵及各齡の幼蟲を本島に於ける天然氣溫より急激に −8° 乃至 +10°C の一定低溫に接觸し、その蛹化竝に羽化能力に如何なる障害を及ぼすかに就て實驗し、大要次の如き結果を得たり。

1. 卵及各齡の幼蟲の侵害を受けたる果實を冷藏する時は、10° 以下の溫度に於ては本果實蠅は發育を持續し得ず、その蛹化竝に羽化能力は、一年中の如何なる季節に於ても、次表の如き冷藏日數にて完全に失墜せらる。

溫　度	−8	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
單　位	時間	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	日	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
蛹　化	10	9	11	22	60	54	66	96	5	7	7	8	14	18	18	32	45	80	100
羽　化	10	9	10	22	60	42	54	96	5	7	6	7	6	12	12	16	35	40	50

2. 0° 以下の溫度に於ては卵は幼蟲より低溫に强きも、0° 以上に於ては弱き傾向あり。

3. 耐寒性は冬季最大、春秋之に次ぎ、夏季は最小なり。

4. 蜜柑小實蠅は瓜實蠅より低温に弱く、兩者共外國產果實蠅より弱きが如し。

5. 蜜柑小實蠅の卵及幼蟲の凍殺所要日數は果物の冷藏限界日數より著しく短きを以て、本島に於ても果物を冷藏して供給期間を擴大し併せて果實蠅を致死せしめ以て輸移出を安全ならしむる方法の實施し得らるゝことを知りたり。

6. 尙本報には諸外國に於ける果實蠅凍殺法の研究を詳細に紹介せり。

VII. 文　　獻

(* 印を附せるは原著を閲讀し得られざりしもの)

*1) Administrative Instructions, Sterilization of citrus fruits under mediterranean fruit fly regulations. U. S. Dept. Agri. Plant Quarantine and Control Adm. Circ. no. 271, 1930.

*2) Adm. Inst., Sterilization of grape fruit and oranges by refrigiration authorized. ibid, no. 330, 1932.

3) Anonymous, Fruit fly and cold storage. Jour. Dept. Agri. Union South Africa, 7, 364–365, 1923.

4) Anonymous, Annual report. New Hampshire Agri. Exp. Stat. Bull. no. 262, 1932.

5) Back, E. A. & Pemberton, C. E.: Effect of cold storage temperatures upon the mediterranean fruit fly. Jour. Agri. Res. 5, 657–666, 1916.

6) ———: Effect of cold storage temperatures upon the pupae of the mediterranean fruit fly. ibid, 6, 251–260, 1916.

*7) Berro, J. M.: Resultados de algunas experiencias para la destruccion por el frio de la *Ceratitis capitata* Wiedemann. Bol. Estac. Pat. Veg. 1, 64–66, 1926.

8) Chapman, P. J.: Apple maggot studies in 1930. Jour. Econ. Entom. 24, 686, 1931.

9) ——— & Hammer, O. H.: Apple insects in the Hudson Valley and the Lake Champlain fruit districts. New York State Agri. Exp. Stat. Bull. no. 606, 1932.

10) ———: Viability of eggs and larvae of the apple maggot (*Rhagoletis pomonella* Walsh) at 32° F. New York State Agri. Exp. Stat. Tech. Bull. no. 206, 1933.

11) Darby, H. H. & Kapp, E. M.: Observations on the thermal death points of *Anastrepha ludens* Loew. U. S. Dept. Agri. Tech. Bull. no. 400, 1933.

*12) Fuller, C.: Cold storage as a factor in the spread of insect pests. Natal Agri. Jour. & Min. Rec. 9, 656, 1906.

13) Gurney, W. B.: Cold storage as a control of fruit fly. Agri. Gaz. New South Wales 34, 528, 1923.

14) ———: The control of fruit fly. ibid, 36, 879–887, 1925.

15) Harvey, F. L.: The apple maggot. Maine Agri. Exp. Stat. Rept. for 1889, 190–237, 1890.

16) Hooper, T.: Cold storage and fruit fly. Jour. Dept. Agri. West. Australia, 15 252–253, 1907.

17) Illingworth, J. F.: A study of the biology of the apple maggot (*Rhagoletis pomonella*), together with an illustration of methods of control. Cornell Univ. Agri. Exp. Stat. Bull. no. 324, 160–161, 1912.

18) Jarvis, H.: Fruit fly investigations (III). Queensland Agri. Jour. 18, 15–17, 1922.

19) 小泉淸明：果實蠅の生育に及ぼす低溫の影響に關する研究、第一報、瓜實蠅の蛹及幼蟲に對する低溫の致死作用に就て、臺灣總督府中央研究所農業部彙報第八十五號　昭和六年。

20) ———：同上第二報、瓜實蠅蛹及幼蟲に對する氷點下低溫の致死作用に就て、同上第九十二號　昭和七年。

21) ———：同上第三報、瓜實蠅の蛹、卵及幼蟲の發育速度、發育限界溫度及發育好適溫度に就て、同上第九十四號、昭和八年。

22) ———：同上第四報、種々の發育時期に於ける瓜實蠅卵、幼蟲及蛹に對する低溫の致死作用、同上第九十七號、昭和八年。

23) ――――: 同上第五報、變動性低溫の瓜實蠅蛹及幼蟲の羽化に及ぼす影響、同上第一〇五號、昭和九年。
24) ――――: 同上第六報、蜜柑小實蠅の卵、幼蟲及蛹の發育速度、發育限界溫度並に發育好適溫度に就て、同上第一〇六號、昭和九年。
25) ――――: 臺灣產青果の輸移出と果實蠅問題、農業及園藝 11. 1185–1193, 1936.
26) ――――: 昆蟲の低溫死並に耐寒性に於ける二、三の問題、動物學雜誌 45, 1933.
27) ――――: 果實蠅に對する臺灣產果實の加熱消毒法の研究、第一報、蜜柑小實蠅並に瓜實蠅の高溫致死點の決定、桶柑の加熱消毒試驗成績、臺灣總督府中央研究所農業部彙報、第一二〇號、昭和十一年。
28) 小泉清明 & 柴田喜久雄: 果物の加熱及冷却速度に就て、熱帶農學會誌、8, 82–94, 1936.
29) Leonard, M. D.: Notes on the embargo of grapes from Almeria, Spain, on account of the mediterranean fruit fly. Jour. Econ. Entom. 18, 257–265, 1925.
30) Lounsburry, C. P.: The fruit fly (*Ceratitis capitata* Wied.). Agri. Jour. Cape Good Hope, 31, 186–187, 1907.
31) ――――: Report of the Government Entomologist, Cape of Good Hope, for the year 1907, p. 56.
32) Mason, A. C. & McBride, O. C.: Effect of low temperatures on the mediterranean fruit fly in infested fruit. Jour. Econ. Entom. 27, 897–902, 1934.
*33) Newman, L. J.: Annual report of the Department of Agriculture, Western Australia for 1914. p. 61, 1915.
*34) Nicholls, H. M.: Annual report of the Government Microbiologist, Tasmania Agriculture and Stock Department for 1924–1925, 1925.
35) Petty, F. W. & Griffiths, E. A.: Effective control of fruit fly by refrigiration. Sci. Bull. Dept. Agri. South Africa, no. 99, 1931.
36) 櫻井芳次郎: 臺灣產果物類の貯藏及冷藏試驗成績、農業及園藝、10, 331–356, 1935.
37) Sasscer, E. R.: Treatment of imported spanish grapes and other foreign quarantine developments during the year 1934. Jour. Econ. Entom. 28, 516–519, 1935.
38) Weber, G. A.: The Plant Quarantine and Control Administration, its history, activities, and organization. Service Monog. U. S. Dept. Agri. no. 59,1930.
39) Willard, H. F.: Some observations in Hawaii on the ecology of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. and its parasites. Proc. Hawaii. Entom. Soc. 6, 505–517, 1927.
*40) Wille, J.: Accion de las temperaturas bajas sobre las moscas de la fruta del género, *Anastrepha*, que atacan los frutas en el Peru. Inf. Estac. Exp. Agri. Minist. Fom. no. 30, 3–12, 1935.